

Das Kronenradgetriebe wurde neu entdeckt

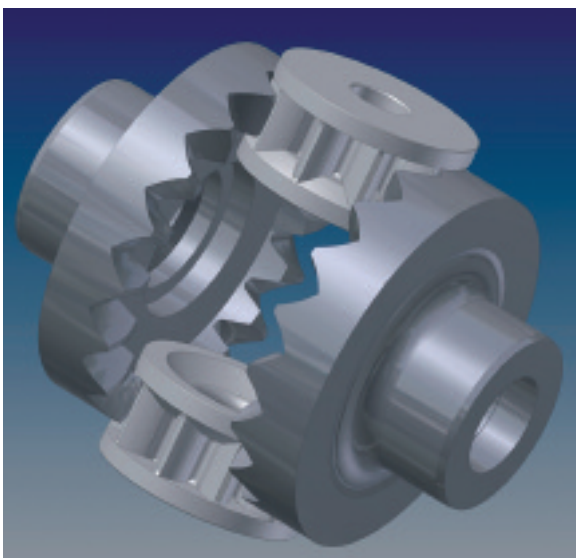
Kronenradgetriebe gehören zu den Winkelgetrieben. Die Achsen können sich schneiden oder kreuzen (Achsversatz) und unter einem Achswinkel von theoretisch 0 bis 180°, in der Praxis aber meist rechtwinklig, zueinander stehen.

ANDREA BENZ
UND CARSTEN SALOMO

Der Firmenverbund Crown Gear B.V. verbesserte nach umfangreichen Forschungsarbeiten die Berechnungsmethoden für Kronenräder und führte das kontinuierliche Wälzfräsen als wirtschaftliches Produktionsverfahren ein. ASS in Düdingen übernahm 2003 Crown Gear mit allen Patenten und entwickelte Kronenradgetriebe für den Hochleistungsbereich und die serientaugliche Fertigung in Zusammenarbeit mit der HTA Freiburg weiter.

Einsatz und Merkmale

Allgemein gültige Regeln für den Einsatz von Kronenradgetrieben



Differenzialgetriebe mit verstärkter Ritzelverzahnung für erhöhte Drehmomentübertragung. (Bilder: ASS AG)

für antriebstechnische Aufgaben existieren nicht. Im jeweiligen Anwendungsfall ist zu entscheiden, ob Kronenradgetriebe auf Grund ihrer Vorteile anderen Lösungen vorzuziehen sind. Ein entscheidender Vorteil ist die axiale Freiheit der Ritzelwelle, welche durch die konstante Geometrie des Ritzels gegeben ist. Deshalb ist eine axiale Einstellung bei der Montage des Ritzels überflüssig.

Die axiale Freiheit macht das Getriebe gegenüber Fertigungs- und Montagefehlern sowie Gehäuseverformungen unempfindlich. Des Weiteren ist ein paarweises Einlaufen von Ritzel und Rad nicht erforderlich. Zudem sind bei geradzahnten Ritzeln keine axialen Lagerkräfte abzufangen.

Bedingt durch den konstanten Ritzelquerschnitt, sind Kopflagerungen der Ritzelwelle für erhöhte Stabilität und zur verbesserten Schwingungsdämpfung möglich. Auch das Zusammenwirken eines Kronenrades mit mehreren Ritzeln, die Antrieb oder Abtrieb sein können (Leistungsverzweigung), wird durch die axiale Freiheit erleichtert.

Kronenradgetriebe gestatten zudem hohe Übersetzungen mit nur einer Getriebestufe, wodurch Zwischenstufen eingespart werden können. Bei Drehtischantrieben mit Untersetzungen von 1:10, wo hohe Rundlaufeigenschaften gefordert sind, werden z.B. die Summenteilungsfehler, verglichen mit zweistufigen Antrieben, halbiert. Auch als Ersatz von Schneckenradgetrie-



Kronenrad-Hochleistungsverzahnung für Textilmaschinen.

ben kann das Kronenradgetriebe eingesetzt werden. In diesen Fällen wirkt ein schrägverzahntes Ritzel mit grossem Schrägungswinkel (über 45°) und mit relativ grossem Achsversatz mit einem Kronenrad zusammen. Solche Getriebe haben einen geringen Verschleiss und eine kompaktere Konstruktion, obwohl Übersetzungen bis 1:100 möglich sind. Selbsthemmung kann dabei umgangen werden, was vor allem bei Türantrieben, die in Notsituationen von Hand aufgeschoben werden müssen, grosse Vorteile bietet.

Hohe Übersetzungen auf engstem Raum werden aber auch mit Überlagerungsgetrieben realisiert. Zudem ergibt sich gegenüber herkömmlichen Winkelgetrieben ein weiterer Vorteil durch den frei wählbaren Achswinkel. Die Weiterentwicklung der Kronenradtechnologie eröffnete ausserdem in jüngerer

ter Vergangenheit insbesondere im Hochleistungsbe-
reich neue Einsatzmöglichkeiten.

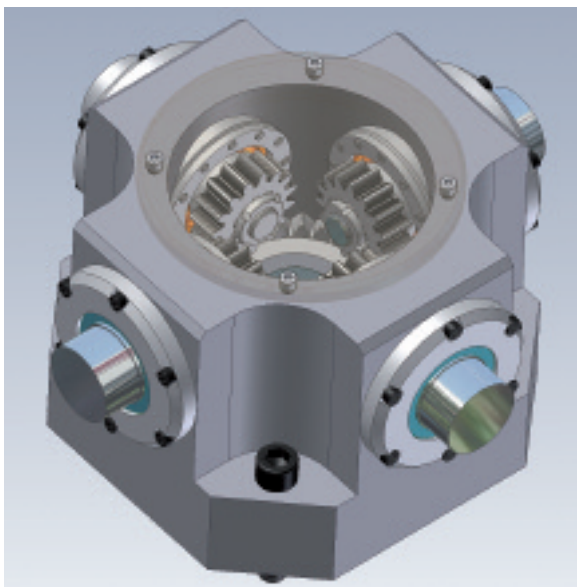
Fertigungsverfahren bestimmen den Einsatz

Die Herstellung von Kronenradgetrieben, insbeson-
dere die des Kronenrades, stellte lange Zeit das grösste
Hindernis für den wirtschaftlichen Einsatz dieser Tech-
nik dar. Die Weichbearbeitung beschränkte sich bis in
die Achzigerjahre auf einfache Fertigungsverfahren wie
beispielsweise das Wälzstossen. Erst in jüngerer Ver-
gangenheit wurden Anstrengungen unternommen,
neue, wirtschaftlichere Herstellungsverfahren zu ent-
wickeln. Wälzfräsen und Wälzschleifen werden heute
beispielsweise eingesetzt, wenn die Kronenräder im
Hochleistungsbereich verwendet werden.

Kronenräder, die man in Nebengetrieben verwen-
det, werden meistens durch spanlose Fertigungsverfah-
ren in Grossserien aus Kunststoffen (Spritzgiessen)
und metallischen Werkstoffen (Gesenschmieden,
Fließpressen, Sintern) hergestellt.

Das Wälzstossen ähnelt im Bewegungsablauf den
Eingriffsverhältnissen des Getriebes. Das Ritzel wird
durch ein Stossrad ersetzt. Die Schnittbewegung ver-
läuft parallel zur Drehachse in einem Arbeits- und in
einem Rückhub. Das Kronenrad und das Schneidrad
werden ihren Übersetzungsverhältnissen entsprechend
angetrieben. Um Balligkeiten an der Kronenflanke zu
erzeugen, kann das Schneidrad mit mehr Zähnen als
das vorgesehene Ritzel versehen werden.

Die Herstellung kann auf konventionellen Wälz-
stossmaschinen mit Sondervorrichtung für freie Achs-
winkel stattfinden. Das Verfahren wird hauptsächlich
zur Herstellung von untergeordneten Getrieben mit



**Vierfache Leistungsverzweigung in einem Werkzeug-
maschinenantrieb.**

Geradverzahnung eingesetzt. Die hohen Teilungsabweichungen auf Grund diskontinuierlicher Schnittbewegungen und die schlechten Schnittbedingungen bei Schrägverzahnung lassen den Einsatz im Hochleistungsbereich nicht zu.

Das kontinuierliche Wälzfräsen von Kronenrädern wurde erst in den 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts von Crown Gear eingeführt. Es bietet seither eine wirtschaftliche Alternative zum Wälzstossen. Der Produktionsaufnahme gingen langjährige Entwicklungsarbeiten bezüglich der Werkzeuggeometrie voraus. Die umfangreichen Forschungsergebnisse sind patentgeschützt und inzwischen Eigentum der ASS AG in Düdingen.

Die Herstellung erfolgt heute auf standardisierten sechsachsigen CNC-Stirnradwälzfräsmaschinen. Die Software wurde für die Eingabe von Werkstück- und Werkzeugdaten sowie für die Berechnung des Wälzfräserwegs ergänzt. Zudem wurde das Frässpindellagergehäuse an der Unterseite mit einer Ausparung versehen, damit die ganze obere Seite der Verzahnung bearbeitet werden kann.



Fertiges Cylkro-Getriebe für den Hauptantrieb einer Textilmaschine.

Die von der Zahnzahl des Ritzels abhängige Verzahnungsgeometrie des Kronenrades bedingt in der Regel, dass für jede Werkstückabmessung ein Werkzeug benötigt wird. Die Torusform lässt ein Shiften zur Schneidentlastung und ein Verlängern der Schneiden für höhere Standzeiten nicht zu. Beim Nachschärfen des Fräasers wird zudem der Aussendurchmesser geringer, und der Steigungswinkel vergrößert sich. Die daraus resultierenden Verzahnungsfehler am Kronenrad werden mit überlagerten Zusatzbewegungen kompensiert.

Auch Schälwälzfräsen nach der Wärmebehandlung ist unter Verwendung von Hartmetallfräsern mit demselben Prozess möglich. Bei grossen Fräserabmessungen sind in den Grundkörper austauschbare Schneiden aus HSS, BN oder HM eingesetzt. Die Fräsergeometrie für die Weich- und Hartbearbeitung unterscheidet sich nur im Aufmass des Schneidkantenprofils.

Das Wälzschleifen für die Hartfeinbearbeitung befindet sich in der Erprobungsphase. Wälzschleifen dient zur Verbesserung der Oberflächengüte und der Teilungsgenauigkeit. Dabei entsprechen die Kinematik und die Werkzeuggeometrie weitgehend der des Wälzfräsen.

Zum Abrichten der Schleifschnecken wurden zwei unterschiedliche Verfahren mit abrichtbaren und abrichtfreien Werkzeugen getestet. Zum einen wird das

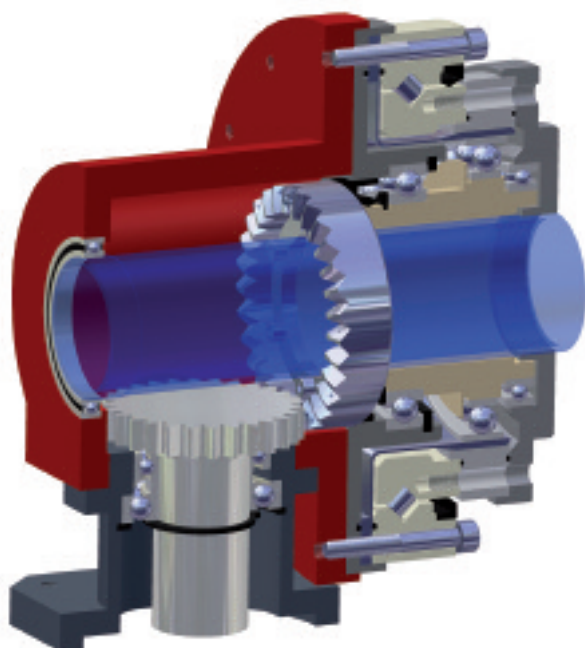
Mail-box

ASS AG, Hauptstrasse 50
3186 Düdingen, Tel. 026 492 99 11
Fax 026 492 99 10, www.assag.ch
stefan.schoen@assag.ch

Werkzeug über ein Masterrad abgerichtet, welches dem zu fertigenden Kronenrad entspricht. Die Zahn-lücken sind mit Diamantkörnern besetzt und dienen zum Abrichten der Schnecke während des Schleifprozesses. Im zweiten Verfahren wird die Schleifschnecken-geometrie auf einen Stahlgrundkörper geschliffen. Um das Werkzeug schneidfähig zu machen, werden die Gänge mit CBN beschichtet.

Beide Verfahren sind nur bei gleich bleibender Kronenradtopografie wirtschaftlich einsetzbar. Ein Ändern der Flankenkorrekturen ist nur mit grossem Aufwand machbar. Vor allem in Testphasen und Weiterentwicklungen von Getrieben ist es in der heutigen Verzahnungstechnik erforderlich, unkompliziert und schnell gezielte Flankenkorrekturen anbringen zu können. Dafür kommt zum Profilieren der Schnecke nur das Zeilenabrichten in Frage, welches aber auf Grund der komplexen Schnecken-geometrie und mit herkömmlichen Schleifmaschinen zu hohen Ab-richtzeiten führt. ■

Dipl.-Ing. Andrea Benz
Dipl.-Ing. Carsten Salomo
beide ASS AG, Düdingen



Kombination eines Harmonic- mit einem Kronenrad-Präzisionsgetriebe.